

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-074734

(43)Date of publication of application : 17.03.1998

(51)Int.Cl.

H01L 21/3065

C23C 16/50

C23F 4/00

H01L 21/205

H05H 1/46

(21)Application number : 08-232084

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 02.09.1996

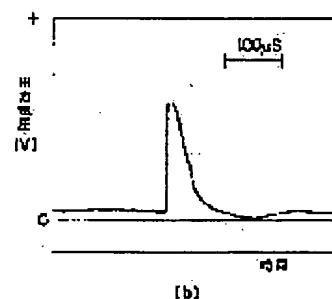
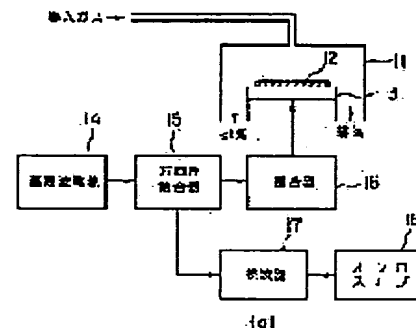
(72)Inventor : TOMIOKA KAZUHIRO

(54) PLASMA TREATING DEVICE AND MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make it possible to monitor accurately abnormal discharge in a container and to contrive to enhance the yield of the manufacture of a semiconductor device.

SOLUTION: In a method of manufacturing a semiconductor device having the structure which a plasma using discharge is produced between a cathode electrode 13 which is installed in a plasma treating container 11, and the upper wall part (opposed electrode) of the container 11 and an etching treatment is performed to a substrate 12 to be treated which is placed on the electrode 13, utilizing this plasma, a reflected wave due to a change in the impedance of the plasma is detected by a directional coupler 15 and a wave detector 17 to monitor abnormal discharge and at the time when there is abnormal discharge is decided by this monitored result, a processing process for recovering damage which is accompanied by the abnormal discharge, to the substrate 12 is performed to the substrate 12.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 28.02.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 13.08.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-74734

(43) 公開日 平成10年(1998) 3月17日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/3065			H 0 1 L 21/302	E
C 2 3 C 16/50			C 2 3 C 16/50	
C 2 3 F 4/00			C 2 3 F 4/00	A
				F
H 0 1 L 21/205			H 0 1 L 21/205	
審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 7 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願平8-232084

(22) 出願日 平成8年(1996) 9月2日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 富岡 和広

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

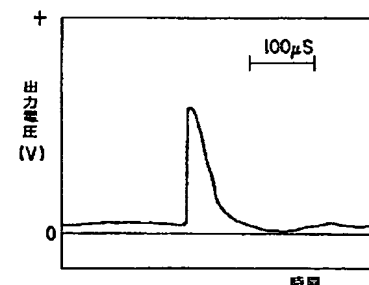
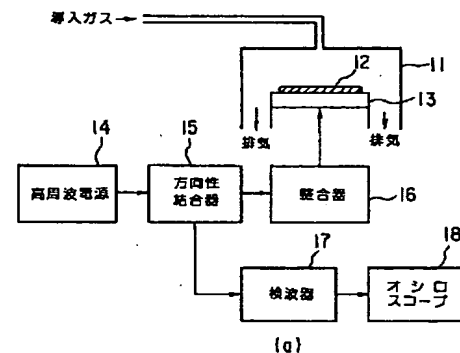
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置と半導体装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 容器内の異常放電を正確にモニタすることができ、半導体装置の製造歩留り向上等に寄与する。

【解決手段】 プラズマ処理容器11内に設置されたカソード電極13と容器11の上壁部(対向電極)との間に放電によるプラズマを生起し、このプラズマを利用して電極13上に載置された被処理基板12に対してエッチング処理を施す半導体装置の製造方法において、プラズマのインピーダンス変化による反射波を方向性結合器15及び検波器17で検出して異常放電をモニタし、このモニタ結果により異常放電ありと判定した際には、被処理基板12に異常放電に伴う損傷を回復するための処理プロセスを施す。



(b)

【特許請求の範囲】

【請求項 1】容器内に設置された電極間の放電によりプラズマを生起し、このプラズマを利用して容器内に配置された被処理基体に対して所定の表面処理を施すプラズマ処理装置において、

前記プラズマのインピーダンス変化を検出して異常放電をモニタすることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 2】容器内に設置された電極間の放電によりプラズマを生起し、このプラズマを利用して容器内に配置された被処理基体に対して所定の表面処理を施す半導体装置の製造方法において、

前記プラズマのインピーダンス変化を検出して異常放電をモニタし、このモニタ結果に応じて、前記被処理基体に異常放電に伴う損傷を回復するための処理プロセスを施すか否かを選択することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体製造技術に係わり、特に放電プラズマを利用して被処理基体にエッチングや成膜等の表面処理を施すプラズマ処理装置と、該装置を用いた半導体装置の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、マイクロプロセッサやランダムアクセスメモリ（RAM）等の半導体装置の高密度化に伴い、半導体装置製造のプロセスにプラズマ処理技術は必須のものとなってきている。例えば、微細な素子領域や配線等を形成するには、各種ガスをプラズマ化してプラズマ中のイオンなどの活性種をレジスト等でパターンニングされた半導体基板に照射する RIE（リアクティブ・イオン・エッチング）法が多用されている。

【0003】図 5 は、従来の RIE 装置を示す概略構成図である。プラズマ処理容器 51 は図示しない排気装置で真空排気され、該容器 51 内にはエッチングすべき材料に応じて適切なガスが導入される。導入ガスとしては一般に、弗素や塩素などのハロゲン原子を含むガスが多用されている。

【0004】プラズマ処理容器内 51 には、被処理基板 52 が載置されるカソード電極 53 が設置されている。カソード電極 53 には、高周波電力を印加するために高周波電源 54 が、該電源 54 の出力インピーダンスとプラズマのインピーダンスとの整合を行うための整合器 56 を介して接続されている。

【0005】そして、この高周波電力の印加により電極 53 と容器 51 との間で放電を生起し、ガスをプラズマ化させる。通常、上記放電はグロー放電領域にあり、アノードとなる容器上壁の面積をカソード電極より大きく取ることによってカソードは定常的に負電位にチャージアップし、イオンを被処理基板表面に引き込むことによりエッチングを行うようになっている。

【0006】上記 RIE 装置を用い、MOS 構造を有する半導体装置の微細なゲート電極を形成する場合について、図 6 を参照して説明する。まず、図 6（a）に示すように、シリコン基板 61 の表面全面にゲート酸化膜となる酸化膜 62 を形成し、その上にゲート電極材料となる燐や砒素等の不純物がドーパされたポリシリコン薄膜 63 を堆積させる。この後、フォトリソグラフィ法によりポリシリコン薄膜 63 上に加工すべきゲート電極の形状通りにレジストパターン 64 を形成する。

【0007】ところで、RIE 装置におけるプラズマは高周波グロー放電領域にあるが、プラズマ処理容器内の凹凸などの形状、導入ガスなどの処理条件によって、プラズマ処理容器内でアーク等の異常放電が発生することがある。このアーク放電は、被処理基板の損傷による生産性低下、プラズマ処理装置のトラブルなどの様々な問題を引き起こす。

【0008】アーク放電が被処理基板の表面近くで発生すると、被処理基板の形状に異常をもたらし、シリコン基板まで溶解するような破壊部分が生じることもある。また、ゲート酸化膜が絶縁破壊或いは破壊に至らずとも耐圧劣化など、電気的な損傷を与えることがある。さらに、被処理基板から離れたプラズマ処理容器内でアーク放電が発生した場合にも、被処理基板表面にパーティクルが付着し、これがマスクとなって素子や配線の断線や短絡を招くこともある。

【0009】これらアーク放電によって引き起こされた不良の様子を図 6（b）に示す。図中の 65 はゲート酸化膜の電気的な損傷部分、66 は付着したパーティクル、67 は付着したパーティクル 66 がマスクとなって形成されたエッチング残りを示している。

【0010】一方、プラズマ処理容器内壁や電極が損壊し、金属汚染の原因となることもある。とりわけ、プラズマ処理容器内壁に堆積膜が形成されている場合には、この堆積膜が解離して多数のダスト発生源となる可能性が高い。

【0011】なお、プラズマ処理装置においては、容器内をモニタするために窓を設けたものがあるが、このような装置では容器内のアーク発光を検出して異常放電をモニタすることも可能である。しかしながら、発光検出による異常放電のモニタは、応答速度が遅く感度も低く、複数回の発光であっても 1 回の発光と見做してしまい、正確な検出ができない。また、シリコン酸化膜の RIE プロセスのように、石英等からなる窓がエッチングされ表面荒れが生じたり、反応生成物が堆積して透過率が減少し、時間と共に検出感度が低下する問題があった。また、発光を検出するために容器に窓を設ける必要があるが、この窓を設けること自体がプラズマの不均一を招く要因となり望ましいものではない。

【0012】また、上述した問題は RIE 等のエッチングに限るものではなく、原料ガスをプラズマ化すること

により堆積膜を形成するプラズマCVDにおいても同様に言えることである。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】このように従来、放電によるプラズマを利用して被処理基体にエッチングや成膜を施すプラズマ処理装置においては、アーク等の異常放電が生じると、被処理基体に何らかの損傷を与え、その後の処理プロセスにおいて製造歩留りを低下させる要因となる。また、異常放電により容器の壁面や電極表面が損傷を受けると益々異常放電が生じやすくなる。

【0014】容器にガラス、石英等の光学的窓を備えたプラズマ処理装置では、容器内の発光を検出して異常放電をモニタすることは可能であるが、この方法では微小なアークの発光を感度良くまた十分な応答速度を持って検出するのは困難である。

【0015】本発明は、上記事情を考慮してなされたもので、その目的とするところは、容器内の異常放電を正確にモニタすることができ、半導体装置の製造歩留り向上等に寄与し得るプラズマ処理装置と半導体装置の製造方法を提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】

（構成）本発明の骨子は、半導体装置を製造する上で様々な損傷を受けやすいドライエッチング、CVDなどのプラズマ処理中に、処理状態をモニタしその情報に基づき以降の製造工程を変化させるなどして、生産性低下を防止することにある。

【0017】即ち本発明は、容器内に設置された電極間の放電によりプラズマを生起し、このプラズマを利用して容器内に配置された被処理基体に対して所定の表面処理を施すプラズマ処理装置において、前記プラズマのインピーダンスの変化を検出して異常放電をモニタすることを特徴とする。

【0018】ここで、本発明の望ましい実施態様としては次のものがあげられる。

- (1) モニタ結果によるデータを蓄積する手段を設け、異常放電回数が所定回数以上になったときに異常と判定すること。
- (2) 異常放電をモニタする手段として、前記放電を行うために高周波電源から供給される高周波の振幅又は位相の変化を検出すること。
- (3) 異常放電をモニタする手段として、高周波の振幅及び位相の変化による高周波の反射波を検出すること。
- (4) モニタ結果に応じて、容器又は電極を交換すること。
- (5) 被処理基体に対する表面処理とは、RIE等のドライエッチング又はCVD等の膜堆積であること。

【0019】また本発明は、容器内に設置された電極間の放電によりプラズマを生起し、このプラズマを利用して容器内に配置された被処理基体に対して所定の表面処

理を施す半導体装置の製造方法において、前記プラズマのインピーダンスの変化を検出して異常放電をモニタし、このモニタ結果に応じて、前記被処理基体に異常放電に伴う損傷を回復するための処理プロセスを施すか否かを判定することを特徴とする。

【0020】ここで、本発明の望ましい実施態様としては次のものがあげられる。

(1) 損傷回復処理プロセスとして、加熱処理、洗浄処理、研磨処理、薄膜形成、ガス雰囲気中に曝す処理のうちの少なくとも一つを行うこと。

(2) モニタ結果に応じて、被処理基体に対するその後の処理プロセスを停止すること。

（作用）本発明によれば、プラズマのインピーダンスの変化、より具体的には高周波電源から供給される高周波の振幅又は位相の変化を検出、又は高周波の振幅及び位相の変化による高周波の反射波を検出することによって、アーク放電等の異常放電をモニタすることができ、そしてこの場合、アーク発光を検出するのは異なり、応答速度が速く感度も高いので、異常放電を正確にモニタすることができる。

【0021】また、モニタ結果に応じて装置のメンテナンス（容器や電極等の交換）を行うことによって、プラズマ処理装置の停止時間の短縮、重大な故障の予防に効果が得られる。さらに、モニタ結果に応じて、被処理基体に異常放電に伴う損傷を回復するための処理プロセスを施すことにより、半導体装置の製造歩留り向上等に寄与することが可能となる。

【0022】

【発明の実施の形態】発明の実施の形態を説明する前に、本発明の基本原則について説明する。アーク放電の発生頻度及び発生規模は、プラズマ発生方法、電極面積、電極間隔、容器の幾何学的形状や容器内壁の表面処理等のプラズマ処理容器の状態、導入ガスの種類、プラズマ処理容器内の圧力、印加高周波の周波数、電力等のプラズマ処理条件によって様々に変化する。

【0023】そのうち、プラズマ処理容器の内壁の耐性を高めるため表面処理を行って絶縁膜を形成したり、反応生成物が内壁表面に堆積するような条件下では、その導電度や膜厚によってチャンバ内壁の全体的ないしは局部的に電位が分布を持つことが推測されている。また、被処理基体にも表面の物性や形状によって電位分布が発生することが十分考えられている。このような複雑な要因が重なり合ってプラズマ処理容器内にアーク放電が発生すると考えられている。

【0024】しかし、アーク放電は再現性が無く突発的に発生する現象であるため、その原因を突き止め、根本的に対策を施すことは困難であった。そこで本発明者等は、図1(a)に示すように従来のプラズマ処理装置の高周波印加部分に、方向性結合器15、検波器17及びオシロスコープ18を設置し、発生するアーク放電によ

る高周波の反射波の変動を調べた。すると、図1(b)に示すように、プラズマ処理中にアークによるものと思われるパルス状の反射波が確認された。なお、図1において、11はプラズマ処理容器、12は被処理基体、13はカソード電極、14は高周波電源、16は整合器を示している。

【0025】アーク放電によって反射波がパルス状に出現するのは、以下のように考えられる。第1に、アーク発生時、アーク放電を介して大きな電流が流れる。これにより、全体としてのプラズマのインピーダンスは、定常的なグロー放電時に比べて低インピーダンスになる。整合器はグロー放電の状態にインピーダンス整合してあるので、アーク発生時には整合点から外れ、反射高周波が高周波電源に向かって進行する。

【0026】近年、インピーダンス整合を自動的に行う自動整合器が用いられることが多いが、電磁モータで可変コンデンサ或いは可変リアクタを操作する方式など機械制御によるため、アーク放電によるインピーダンス変化には全く追従できない。そのため、いかなる整合方式でもアーク放電によるパルス状の反射波は検出されることになる。

【0027】従って、アーク発生を上記原理によってモニタし、その頻度などの情報に基づき生産を以降の製造工程を続けるか、それとも新規に半導体装置をはじめから再度作成するのか、或いはプラズマ処理後に何等かの処理を施すことによって、損傷から回復をはかることも可能となる。また、プラズマ処理装置のトラブルも的確にとらえて直ちにメンテナンスを行うことによって、プラズマ処理装置の停止時間の短縮、重大な故障の予防に効果が得られる。

【0028】以下、本発明の実施形態を図面を参照して説明する。図2は、本発明の一実施形態に係わるプラズマ処理装置（ここではエッチング装置）を示す概略構成図である。図中21はプラズマ処理容器であり、この容器21内には被処理基板22が載置されるカソード電極23が設置されている。電極23には高周波電源24からの高周波電力が整合器26を介して印加され、容器21は接地されている。本実施形態では、カソード電極23に対向する容器21の上壁がアノード電極として働き、これらの電極間に放電を生起するものとなっている。

【0029】高周波電源24と整合器26との間には、プラズマのインピーダンス変化を基にアーク放電（異常放電）を検出するアーク検出器25が挿入されている。アーク検出器25の検出信号はアーク回数表示器27に供給され、この表示器27により一定時間当たりのアーク回数が表示されるものとなっている。

【0030】なお、アーク検出器25は、プラズマのインピーダンス変化を検出するものであればよく、前記図1に示したようにインピーダンス変化により生じる反射

波を検出するものであってもよい。また、高周波電源14から供給される高周波の振幅又は位相の変化を直接的に検出するものであってもよい。

【0031】容器21内には弗素や塩素などのハロゲン原子を含むガスが導入され、容器21内は図示しない真空ポンプにより排気されるものとなっている。また、容器21の内壁には、アルミニウムを母材に塩素ガス等による浸食を防止するためのアルマイト層が形成されている。

【0032】また、容器21の外側には、磁石28が設置されている。この磁石28は、カソード電極23の表面にほぼ平行な磁場を与え、カソードシース内の電子をドリフトさせることにより、高真空中高密度のプラズマを発生させる。これにより、エッチング速度を増大させ、エッチング断面の垂直形状を可能とする。

【0033】次に、ゲート電極を形成すべく被処理基体を塩素ガスを用いてエッチングする方法について説明する。ゲート酸化膜は12nm、またゲート電極となるドーパされたポリシリコン薄膜は約300nmである。塩素ガスを内部に導入し、プラズマ処理容器内の圧力は0.2Paとした。プラズマ処理時間はプラズマの特定波長の発光の強度の変化によるエンドポイント判定で決定した。

【0034】上記条件によって、直径150mm、厚さ0.625mmのシリコン基体を用いて、ゲート電極を形成したとき、72基体おきに1基体の割合でプラズマ処理中にアーク検出器によってアーク発生回数をモニタした。このアーク発生回数の変化を図3に示す。約800基体処理したところでアークの発生回数が急激に増加した。このとき、全ての製造プロセスを経て完成した半導体装置の良品率は低下した。

【0035】そこで、表面全面に酸化シリコン薄膜を形成したシリコン基板を上記プラズマ処理条件にて1分間プラズマ処理したところ、約0.2~2μmの大きさのパーティクルが基体上に多数付着していた。シリコン基板に付着したパーティクルのうち、約2μmの大きさのものをマイクロX線蛍光分析を行ったところ、アルミニウムが主たる成分であることが判明した。また、プラズマ表面処理容器の内壁を調査してみるとアルマイト層が一部消滅していることも判明した。

【0036】上記から、プラズマ処理中、内壁の一部が次第にエッチングされ導電性のアルミニウム材が露出したとき、露出した付近でアーク放電が発生し、アルミニウムのパーティクルが発生したものと考えられている。上記ゲート電極を加工すべきシリコン基板もアーク発生が増大したとき同様にアルミニウムを主成分としたパーティクルが付着したため良品率が低下したものと考えられる。

【0037】そこで本実施形態では、プラズマ処理後、純水にて超音波洗浄10分、硫酸・硝酸混合希釈液に1

0秒、再度純水超音波洗浄10分にて処理を行った後、通常の半導体装置の製造工程を施した。このとき、最終的に完成した半導体装置の良品率が向上することが判明した。これは、シリコン基体に付着したパーティクルが除去されることによって形状不良による不良発生が抑制されたためと考えられる。また、通常「SC-1」と呼称されるRCA洗浄方法を行ってもパーティクルが除去されることも判明している。

【0038】さらに、上記純水及び薬液での処理後、さらにO₂ガスとH₂ガスとの混合ガスで700℃で30分、引き続きArガスを常圧下で900℃で熱処理を行った後、半導体装置の製造を行ったところ、良品率をさらに上昇させることが可能となった。これは、アーク放電によって形状が物理的に損傷した箇所以外の電氣的に劣化したゲート酸化膜が改善されたためと考えられる。

【0039】また、上記に示したとおり良品率に影響を与えるアーク発生頻度の増加はプラズマ処理容器内壁のアルマイト層の消滅に起因している。そこで、プラズマ処理容器を新規に取り替えてプラズマ処理を行ったところ、図3の右端に示す通りアーク発生回数は減少し、元の状態に復元することが判明した。これは即ち、アーク発生頻度をモニタすることによって、正確にプラズマ処理容器の寿命を把握できることを意味している。

【0040】このため、アーク放電の発生回数をプラズマ処理中常時モニタし、ある値を越えたとき、自動的に警告を発するように設定した。これにより、直ちにプラズマ処理容器の交換をすることができ、プラズマ処理容器の停止時間を短縮することができた。よって、プラズマ処理装置の稼働効率の低下を防止して生産効率も上げることが可能となる。

【0041】なお、本発明は上述した実施形態に限定されるものではない。実施形態ではプラズマ処理装置としてRIE等のエッチング装置を説明したが、本発明は放電プラズマを用いて被処理基体の表面に処理を施すものであればよく、CVD等の薄膜の堆積に適用することも可能である。また、図4に示すように複数のプラズマ処理装置からのアーク検出情報を一括的に収集して、さらに生産性の向上をはかることも可能である。なお、図中の45はアーク検出器、47はアーク回数表示器、49はアーク回数集中表示制御器を示している。

【0042】実施形態では、異常放電のモニタによりプラズマ処理容器を交換したが、異常放電がカソード電極の劣化に起因する場合はカソード電極を交換してもよ

い。更には、容器及び電極の両方を交換してもよい。アーク放電による付着パーティクルを除去するためないしは電氣的特性を改善するためであれば、実施形態で述べた以外に、エッチング工程、薄膜形成工程等の処理ないしはこれら処理を組み合わせた工程を用いてもよい。その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々変形して実施することができる。

【0043】

【発明の効果】以上詳述したように本発明によれば、プラズマのインピーダンスの変化を検出して異常放電をモニタすることにより、アーク発光を検出するのは異なり応答速度が速く感度も高いので、異常放電を正確にモニタすることができる。そして、モニタ結果に応じて装置のメンテナンス（容器や電極等の交換）を行うことによって、プラズマ処理装置の停止時間の短縮、重大な故障の予防に効果が得られる。さらに、モニタ結果に応じて、被処理基体に異常放電に伴う損傷を回復するための処理プロセスを施すことにより、半導体装置の製造歩留り向上等に寄与することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の基本原則を説明するための装置構成とパルス発生の様子を示す図。

【図2】本発明の一実施形態に係わるプラズマ処理装置を示す概略構成図。

【図3】アーク発生回数の変化を示す図。

【図4】本発明の変形例を示す装置構成図。

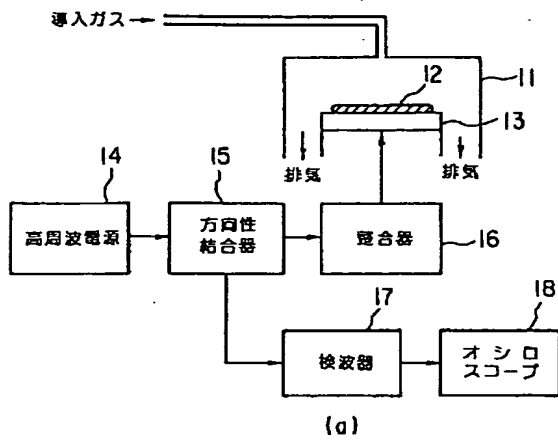
【図5】従来のRIE装置を示す概略構成図。

【図6】従来装置を用いてMOS型半導体装置の微細なゲート電極を形成する場合の問題点を説明するための素子構造断面図。

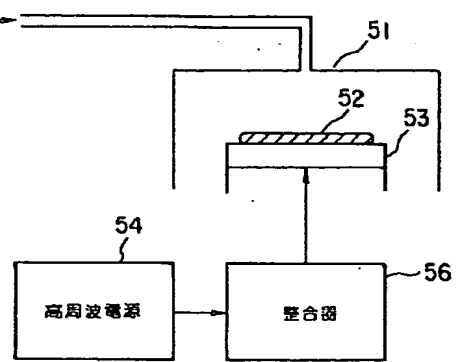
【符号の説明】

- 11, 21…プラズマ処理容器
- 12, 22…被処理基板
- 13, 23…カソード電極
- 14, 24…高周波電源
- 16, 26…整合器
- 15…方向性結合器
- 17…検波器
- 18…オシロスコープ
- 25, 45…アーク検出器
- 27, 47…アーク回数表示器
- 28…磁石
- 49…アーク回数集中表示制御器

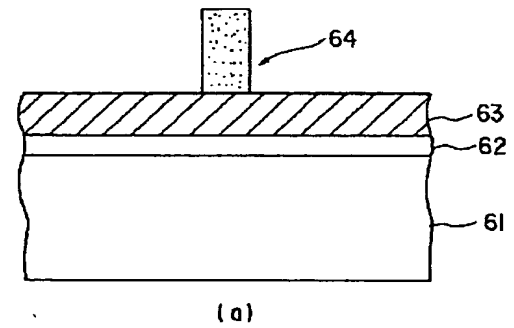
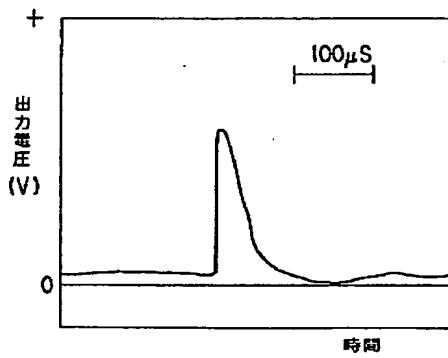
【図1】



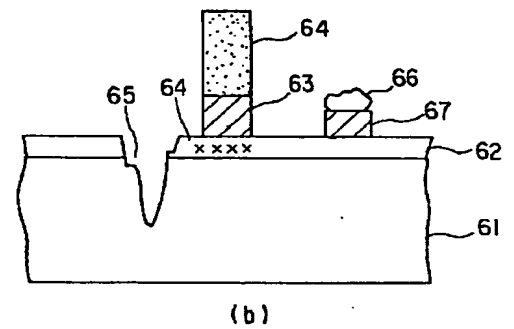
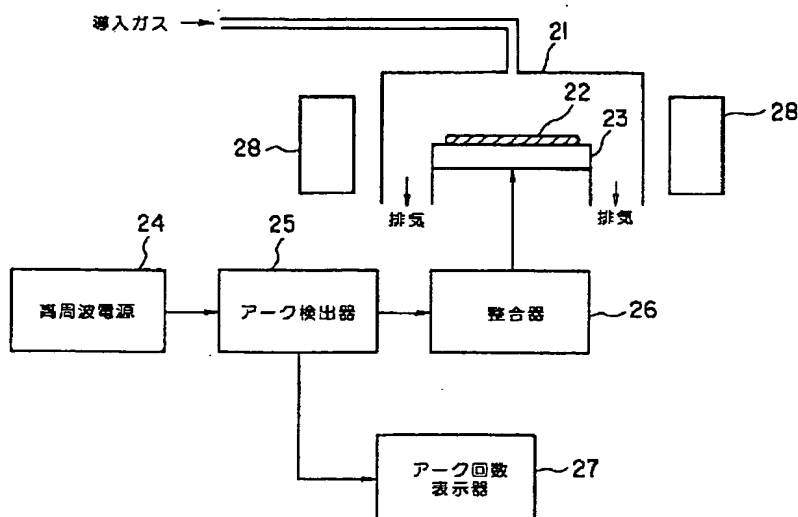
【図5】



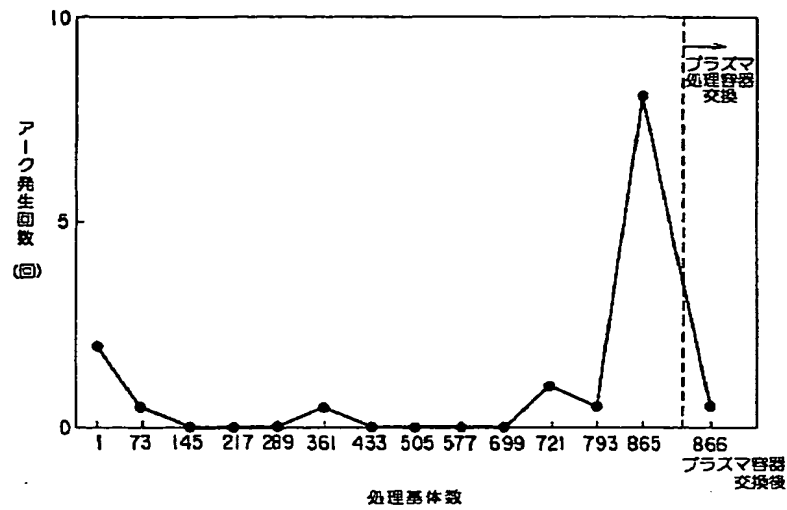
【図6】



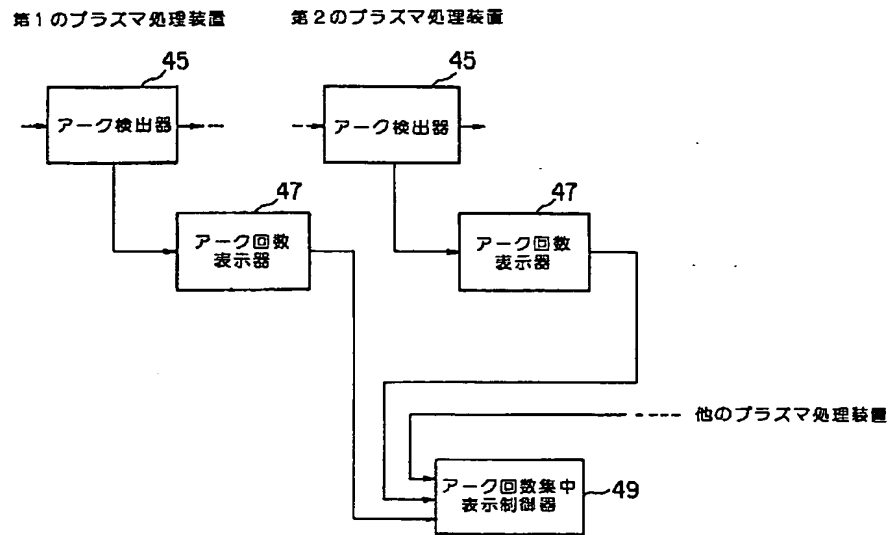
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁶

H05H 1/46

識別記号

庁内整理番号

F I

H05H 1/46

技術表示箇所

R

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Plasma treatment equipment characterized by occurring the plasma by inter-electrode discharge installed in the container, detecting impedance change of said plasma in the plasma treatment equipment which performs predetermined surface treatment to the processed base arranged in a container using this plasma, and carrying out the monitor of the abnormality discharge.

[Claim 2] In the manufacture approach of a semiconductor device of performing predetermined surface treatment to the processed base which occurred the plasma by inter-electrode discharge installed in the container, and has been arranged in a container using this plasma The manufacture approach of the semiconductor device which detects impedance change of said plasma, carries out the monitor of the abnormality discharge, and is characterized by choosing whether the treatment process for recovering the breakage accompanying abnormality discharge to said processed base is given according to this monitor result.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]**[0001]**

[Field of the Invention] This invention relates to the manufacture approach of the plasma treatment equipment which performs surface treatment, such as etching and membrane formation, to a processed base especially using the discharge plasma, and the semiconductor device using this equipment with respect to a semi-conductor manufacturing technology.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, in connection with the densification of semiconductor devices, such as a microprocessor and random access memory (RAM), a plasma treatment technique is becoming the process of semiconductor device manufacture with an indispensable thing. for example, RIE (reactive ion etching) which plasma-izes various gas and irradiates active species, such as ion in the plasma, at the semi-conductor substrate by which patterning was carried out by the resist etc. in order to form a detailed component field, detailed wiring, etc. -- law is used abundantly.

[0003] Drawing 5 is the outline block diagram showing the conventional RIE system. Evacuation of the plasma treatment container 51 is carried out with the exhauster which is not illustrated, and suitable gas is introduced according to the ingredient which should be etched in this container 51. Generally as introductory gas, the gas containing halogen atoms, such as fluorine and chlorine, is used abundantly.

[0004] The cathode electrode 53 with which the processed substrate 52 is laid is installed in 51 in a plasma treatment container. In order to impress high-frequency power, RF generator 54 is connected to the cathode electrode 53 through the adjustment machine 56 for performing adjustment with the output impedance of this power source 54, and the impedance of the plasma.

[0005] And discharge is occurred between an electrode 53 and a container 51 by impression of this high-frequency power, and gas is made to plasma-ize. Usually, a glow discharge field has the above-mentioned discharge, by taking a larger area of the container upper wall used as an anode than a cathode electrode, the charge up of the cathode is regularly carried out to negative potential, and it etches by drawing ion in a processed substrate front face.

[0006] The case where the detailed gate electrode of the semiconductor device which has metal-oxide-semiconductor structure is formed using the above-mentioned RIE system is explained with reference to drawing 6 . First, the oxide film 62 which turns into gate oxide all over the front face of a silicon substrate 61 is formed, and the polish recon thin film 63 with which impurities which serve as a gate electrode material on it, such as phosphorus and arsenic, were doped is made to deposit, as shown in drawing 6 (a). Then, a resist pattern 64 is formed as the configuration of the gate electrode into which it should be processed on the polish recon thin film 63 by the photolithography method.

[0007] By the way, although the plasma in an RIE system is in a RF glow discharge field, abnormality discharge of an arc etc. may occur within a plasma treatment container according to processing conditions, such as configurations, such as irregularity in a plasma treatment container, and introductory gas. This arc discharge causes various problems, such as a trouble of the productivity slowdown by breakage on a processed substrate, and plasma treatment equipment.

[0008] When arc discharge occurs near the front face of a processed substrate, abnormalities may be brought to the configuration of a processed substrate and a destructive part which dissolves to a silicon substrate may arise. Moreover, gate oxide does not result in dielectric breakdown or

destruction, but ** may also do electric breakage of proof-pressure degradation etc. Furthermore, also when arc discharge occurs within the plasma treatment container which is separated from a processed substrate, particle may adhere to a processed substrate front face, this may serve as a mask, and an open circuit and short circuit of a component or wiring may be caused.

[0009] A defect's appearance caused by these arc discharge is shown in drawing 6 (b). The breakage part of gate oxide with electric 65 in drawing, the particle to which 66 adhered, and the particle 66 to which 67 adhered show the etching remainder formed by becoming a mask.

[0010] On the other hand, a plasma treatment container wall and an electrode may break and it may become the cause of metal contamination. When the deposition film is formed in the plasma treatment container wall, possibility of this deposition film dissociating and becoming many dust sources of release is especially high.

[0011] In addition, in plasma treatment equipment, although there are some which prepared the aperture in order to carry out the monitor of the inside of a container, it is also possible to detect arc luminescence in a container with such equipment, and to carry out the monitor of the abnormality discharge. However, even if a speed of response is slow, and the monitor of sensibility of the abnormality discharge by luminescence detection is low and is luminescence of multiple times, it considers that it is one luminescence and it cannot perform exact detection. Moreover, the aperture which consists of a quartz etc. was etched like the RIE process of silicon oxide, the resultant accumulated, permeability decreased [the surface dry area arose, or], and there was a problem to which detection sensitivity falls with time amount. Moreover, although it is necessary to prepare an aperture in a container in order to detect luminescence, preparing this aperture itself becomes the factor which causes the ununiformity of the plasma, and it is not desirable.

[0012] Moreover, the problem mentioned above is being able to say similarly in the plasma CVD which forms the deposition film by not restricting to etching of RIE etc. and plasma-izing material gas.

[0013]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Thus, conventionally, if abnormality discharge of an arc etc. arises in the plasma treatment equipment which gives etching and membrane formation to a processed base using the plasma by discharge, a certain breakage will be done to a processed base, and it will become the factor which reduces the manufacture yield in a subsequent treatment process. Moreover, if the wall surface and electrode surface of a container receive breakage by abnormality discharge, it will become easy to produce abnormality discharge increasingly.

[0014] Although it is possible to detect luminescence in a container and to carry out the monitor of the abnormality discharge with the plasma treatment equipment which equipped the container with optical apertures, such as glass and a quartz, it is difficult to detect luminescence of a minute arc with speed of response sufficient at best [sensibility] again by this approach.

[0015] This invention was made in consideration of the above-mentioned situation, the place made into the object can carry out the monitor of the abnormality discharge in a container to accuracy, and it is in offering the manufacture approach of plasma treatment equipment and a semiconductor device which can contribute to the improvement in the manufacture yield of a semiconductor device etc.

[0016]

[Means for Solving the Problem]

(Configuration) The main point of this invention is to prevent [for a processing state to change subsequent production processes based on the information on monitor *Perilla frutescens* (L.) Britton var. *crispa* (Thunb.) Decne. during plasma treatment, such as dry etching which is easy to receive various breakages, and CVD, when manufacturing a semiconductor device, and] a productivity slowdown.

[0017] That is, this invention is characterized by occurring the plasma by inter-electrode discharge installed in the container, detecting change of the impedance of said plasma in the plasma treatment equipment which performs predetermined surface treatment to the processed base arranged in a container using this plasma, and carrying out the monitor of the abnormality discharge.

[0018] Here, the following are raised as a desirable embodiment of this invention.

(1) Establish a means to store the data based on a monitor result, and when the count of abnormality

discharge becomes more than the count of predetermined, judge with it being unusual.

(2) Consider as the means which carries out the monitor of the abnormality discharge, and in order to perform said discharge, detect change of the amplitude of the RF supplied from an RF generator, or a phase.

(3) Consider as the means which carries out the monitor of the abnormality discharge, and detect the amplitude of a RF, and the reflected wave of the RF by change of a phase.

(4) Exchange a container or an electrode according to a monitor result.

(5) The surface preparation to a processed base should be film deposition of dry etching, such as RIE, or CVD.

[0019] Moreover, this invention occurs the plasma by inter-electrode discharge installed in the container, and is set to the manufacture approach of a semiconductor device of performing predetermined surface treatment to the processed base arranged in a container using this plasma. Change of the impedance of said plasma is detected, the monitor of the abnormality discharge is carried out, and it is characterized by judging whether the treatment process for recovering the breakage accompanying abnormality discharge to said processed base is given according to this monitor result.

[0020] Here, the following are raised as a desirable embodiment of this invention.

(1) Perform at least one of heat-treatment, washing processing, polish processing, thin film formation, and the processings exposed to a gas ambient atmosphere as a breakage recovery process.

(2) Stop the subsequent treatment process to a processed base according to a monitor result.

(Operation) According to this invention, the monitor of the abnormality discharge of arc discharge etc. can be carried out by detecting change of the impedance of the plasma, the amplitude of the RF more specifically supplied from an RF generator, or the reflected wave of the RF according change of a phase to change of the amplitude of detection or a RF, and a phase. And unlike detecting arc luminescence in this case, since sensibility is also quickly high, a speed of response can carry out the monitor of the abnormality discharge to accuracy.

[0021] Moreover, effectiveness is acquired by compaction of the stop time of plasma treatment equipment, and prevention of serious failure by maintaining equipment according to a monitor result (exchange of a container, an electrode, etc.). Furthermore, it becomes possible by giving the treatment process for recovering the breakage accompanying abnormality discharge to a processed base according to a monitor result to contribute to the improvement in the manufacture yield of a semiconductor device etc.

[0022]

[Embodiment of the Invention] Before explaining the gestalt of implementation of invention, the basic principle of this invention is explained. The occurrence frequency and generating magnitude of arc discharge change with plasma treatment conditions, such as a condition of plasma treatment containers, such as the plasma generating approach, an electrode surface product, inter-electrode spacing, geometry of a container, and surface treatment of a container wall, a class of introductory gas, a pressure in a plasma treatment container, a frequency of an impression RF, and power, variously.

[0023] Among those, in order to raise the resistance of the wall of a plasma treatment container, surface treatment is performed, an insulator layer is formed or the thing of a chamber wall for which potential has distribution on the whole or in localization is guessed by the conductivity and thickness under conditions which a resultant deposits on a wall front face. Moreover, it is considered enough that potential distribution occurs with surface physical properties and a surface configuration also in a processed base. It is thought that such complicated factors overlap and arc discharge occurs in a plasma treatment container.

[0024] However, since it was the phenomenon which arc discharge does not have repeatability and is generated suddenly, it was difficult to trace the cause and to cope with it fundamentally. Then, the directional coupler 15, the wave detector 17, and the oscilloscope 18 were installed in the RF impression part of conventional plasma treatment equipment, and this invention person etc. investigated fluctuation of the reflected wave of the RF by the arc discharge to generate, as shown in drawing 1 (a). Then, as shown in drawing 1 (b), the pulse-like reflected wave considered to be based

on an arc during plasma treatment was checked. In addition, in drawing 1, in 11, a cathode electrode and 14 show an RF generator and, as for a plasma treatment container and 12, 16 shows the adjustment machine, as for a processed base and 13.

[0025] It is thought of as follows that a reflected wave appears in the shape of a pulse by arc discharge. To the 1st, a big current flows through arc discharge at the time of arcing. Thereby, the impedance of the plasma as the whole turns into low impedance compared with the time of steady glow discharge. Since the impedance matching of the adjustment machine is changed into the condition of glow discharge, at the time of arcing, it separates from the point having consistency, and a reflective RF advances toward an RF generator.

[0026] although the automatic negotiation machine which performs impedance matching automatically is used in recent years in many cases -- electromagnetism -- since it is based on machine controls, such as a method which operates a variable capacitor or an adjustable reactor by the motor, impedance change by arc discharge cannot be followed at all. Therefore, the reflected wave of the shape of a pulse by arc discharge will be detected by any adjustment methods.

[0027] therefore, creating again, since the monitor of the arcing is carried out by the above-mentioned principle, and subsequent production processes are continued for production based on information, such as the frequency, or a semiconductor device is begun newly -- or it also becomes possible from breakage by performing a certain processing after plasma treatment to aim at recovery. Moreover, effectiveness is acquired by compaction of the stop time of plasma treatment equipment, and prevention of serious failure, when the trouble of plasma treatment equipment is also caught exactly and maintains promptly.

[0028] Hereafter, the operation gestalt of this invention is explained with reference to a drawing. Drawing 2 is the outline block diagram showing the plasma treatment equipment (here etching system) concerning 1 operation gestalt of this invention. 21 in drawing is a plasma treatment container, and the cathode electrode 23 with which the processed substrate 22 is laid is installed in this container 21. The high-frequency power from RF generator 24 is impressed to an electrode 23 through the adjustment machine 26, and the container 21 is grounded. With this operation gestalt, the upper wall of the container 21 which counters the cathode electrode 23 worked as an anode electrode, and has occurred discharge in inter-electrode [these].

[0029] Between RF generator 24 and the adjustment machine 26, the arc detector 25 which detects arc discharge (abnormality discharge) based on impedance change of the plasma is inserted. The detecting signal of the arc detector 25 is supplied to the count drop 27 of an arc, and the count of an arc per fixed time amount is displayed by this drop 27.

[0030] In addition, the arc detector 25 may detect the reflected wave produced by impedance change that what is necessary is just what detects impedance change of the plasma as shown in said drawing 1 $R > 1$. Moreover, change of the amplitude of the RF supplied from RF generator 14 or a phase may be detected directly.

[0031] In a container 21, the gas containing halogen atoms, such as fluorine and chlorine, is introduced, and the inside of a container 21 is being exhausted by the vacuum pump which is not illustrated. Moreover, the alumite layer for preventing the corrosion according aluminum to chlorine gas etc. to a base material is formed in the wall of a container 21.

[0032] Moreover, the magnet 28 is installed in the outside of a container 21. This magnet 28 generates the plasma of high density in a high vacuum by giving a magnetic field almost parallel to the front face of the cathode electrode 23, and carrying out the drift of the electron in a cathode sheath. Thereby, an etch rate is increased and the vertical configuration of an etching cross section is made possible.

[0033] Next, how to etch a processed base using chlorine gas that a gate electrode should be formed is explained. The doped polish recon thin film with which gate oxide serves as 12nm and a gate electrode is about 300nm. Chlorine gas was introduced into the interior and the pressure in a plasma treatment container was set to 0.2Pa. It decided on plasma treatment time amount by the end point judging by change of the reinforcement of luminescence of the specific wavelength of the plasma.

[0034] When a gate electrode was formed according to the above-mentioned conditions using a silicon base with a diameter [of 150mm], and a thickness of 0.625mm, the monitor of the count of arcing was carried out with the arc detector during plasma treatment at a rate of one base every 72

bases. Change of this count of arcing is shown in drawing 3 . The count of generating of an arc increased rapidly in the place processed about 800 bases. At this time, the rate of an excellent article of the semiconductor device completed through all manufacture processes fell.

[0035] Then, when plasma treatment of the silicon substrate in which the silicon oxide thin film was formed all over the front face was carried out for 1 minute on the above-mentioned plasma treatment conditions, much particle with a magnitude of about 0.2-2 micrometers had adhered on the base.

Among the particle adhering to a silicon substrate, when the micro X-ray fluorescence analysis was performed, it became clear the thing with a magnitude of about 2 micrometers that aluminum was a main component. Moreover, when the wall of a plasma surface treatment container was investigated, it also became clear that a part of alumite layer had disappeared.

[0036] When some walls are etched gradually and conductive aluminum material is exposed during plasma treatment from the above, it is thought that arc discharge occurred in the exposed neighborhood and the particle of aluminum occurred. Since the particle which used aluminum as the principal component like [the silicon substrate which should process the above-mentioned gate electrode] the time of arcing increasing adhered, it is thought that the rate of an excellent article fell.

[0037] So, with this operation gestalt, after plasma treatment, for 10 seconds, after processing in pure-water ultrasonic-cleaning 10 minutes again, the production process of the usual semiconductor device was given to the sulfuric acid and the nitric-acid mixing dilution station with pure water for ultrasonic-cleaning 10 minutes. It became clear that the rate of an excellent article of the semiconductor device completed eventually improved at this time. Since defect generating by the defect of shape was controlled by removing the particle adhering to a silicon base, this is considered. Moreover, even if it performs the RCA washing approach usually called "SC-1", it has also become clear that particle is removed.

[0038] Furthermore, after processing with the above-mentioned pure water and a drug solution, it is O₂ further. Gas and H₂ After performing Ar gas at 700 degrees C and heat-treating at 900 degrees C under ordinary pressure succeedingly for 30 minutes, when manufacture of a semiconductor device was performed with mixed gas with gas, it became possible to raise the rate of an excellent article further. Since the gate oxide which deteriorated electrically other than the part which the configuration damaged physically by arc discharge has been improved, this is considered.

[0039] Moreover, the increment in the arc occurrence frequency which affects the rate of an excellent article originates in dissipation of the alumite layer of a plasma treatment container wall as shown above. Then, when the plasma treatment container was exchanged newly and plasma treatment was performed, the count of arcing decreased as shown in the right end of drawing 3 , and it became clear that it restored to the original condition. It means that the life of a plasma treatment container can be grasped to accuracy by carrying out the monitor of this, i.e., the arc occurrence frequency.

[0040] For this reason, when the monitor of the count of generating of arc discharge was always in plasma treatment carried out and a certain value was exceeded, it set up so that warning might be emitted automatically. Thereby, the plasma treatment container could be exchanged promptly and the stop time of a plasma treatment container was able to be shortened. Therefore, it becomes possible to prevent decline in the operation effectiveness of plasma treatment equipment, and to also gather productive efficiency.

[0041] In addition, this invention is not limited to the operation gestalt mentioned above. Although the operation gestalt explained etching systems, such as RIE, as plasma treatment equipment, applying to deposition of thin films, such as CVD, is [that this invention should just be what processes on the front face of a processed base using the discharge plasma] also possible. Moreover, it is also possible to collect the arc detection information from two or more plasma treatment equipments in package, as shown in drawing 4 , and to aim at improvement in productivity further. In addition, in 45 in drawing, an arc detector and 47 show the count drop of an arc, and 49 shows the count concentration control indicator of an arc.

[0042] With an operation gestalt, although the plasma treatment container was exchanged with the monitor of abnormality discharge, when abnormality discharge originates in degradation of a cathode electrode, a cathode electrode may be exchanged. Furthermore, both a container and an

electrode may be exchanged. As long as it is for [which removes the adhesion particle by arc discharge] accumulating or improving electrical characteristics, besides the operation gestalt having described, processing of an etching process, a film formation process, etc. or these processings may be constructed, and a ***** process may be used. In addition, in the range which does not deviate from the summary of this invention, it can deform variously and can carry out.

[0043]

[Effect of the Invention] As explained in full detail above, since a speed of response is quick and sensibility is also high, according to this invention, unlike detecting arc luminescence by detecting change of the impedance of the plasma and carrying out the monitor of the abnormality discharge, the monitor of the abnormality discharge can be carried out to accuracy. And effectiveness is acquired by compaction of the stop time of plasma treatment equipment, and prevention of serious failure by maintaining equipment according to a monitor result (exchange of a container, an electrode, etc.). Furthermore, it becomes possible by giving the treatment process for recovering the breakage accompanying abnormality discharge to a processed base according to a monitor result to contribute to the improvement in the manufacture yield of a semiconductor device etc.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] Drawing showing the equipment configuration for explaining the basic principle of this invention, and the situation of pulse generating.

[Drawing 2] The outline block diagram showing the plasma treatment equipment concerning 1 operation gestalt of this invention.

[Drawing 3] Drawing showing change of the count of arcing.

[Drawing 4] Equipment configuration drawing showing the modification of this invention.

[Drawing 5] The outline block diagram showing the conventional RIE system.

[Drawing 6] The component structure sectional view for explaining the trouble in the case of forming the detailed gate electrode of an MOS mold semiconductor device using equipment conventionally.

[Description of Notations]

11 21 -- Plasma treatment container

12 22 -- Processed substrate

13 23 -- Cathode electrode

14 24 -- RF generator

16 26 -- Adjustment machine

15 -- Directional coupler

17 -- Wave detector

18 -- Oscilloscope

25 45 -- Arc detector

27 47 -- Count drop of an arc

28 -- Magnet

49 -- Count concentration control indicator of an arc

[Translation done.]

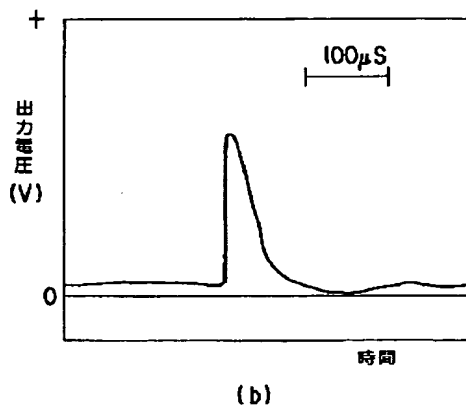
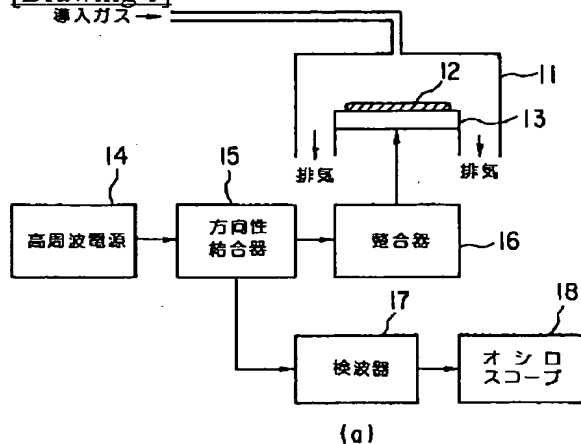
* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

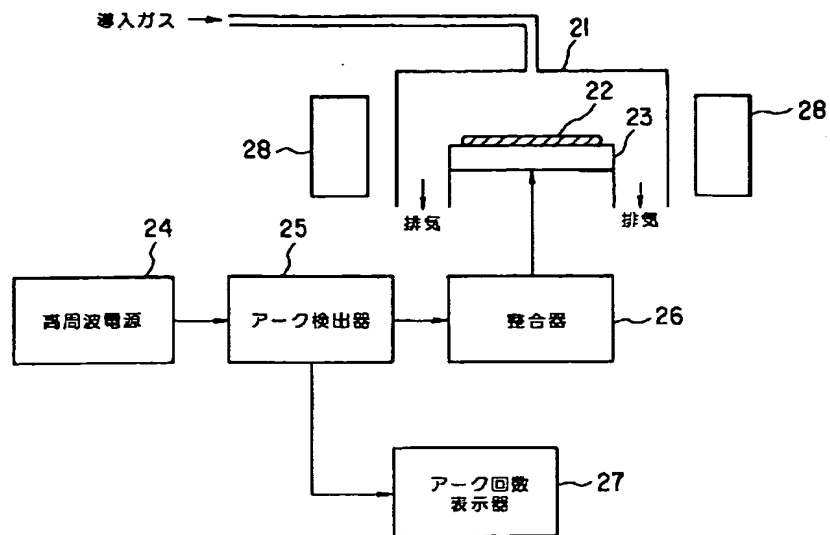
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

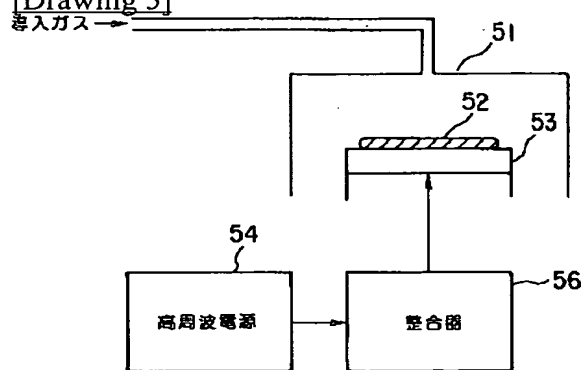
[Drawing 1]



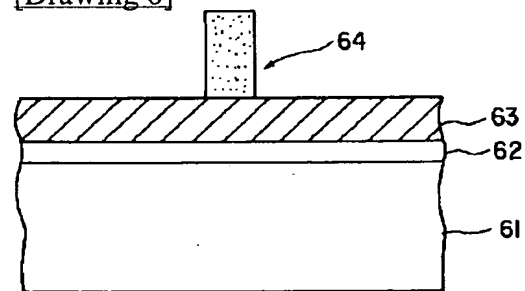
[Drawing 2]



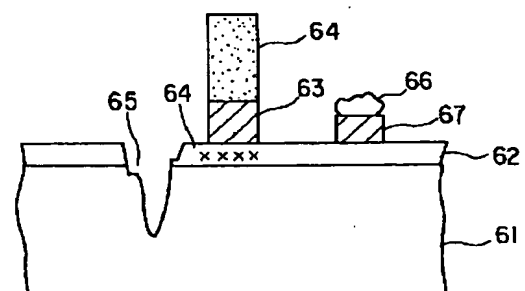
[Drawing 5]



[Drawing 6]

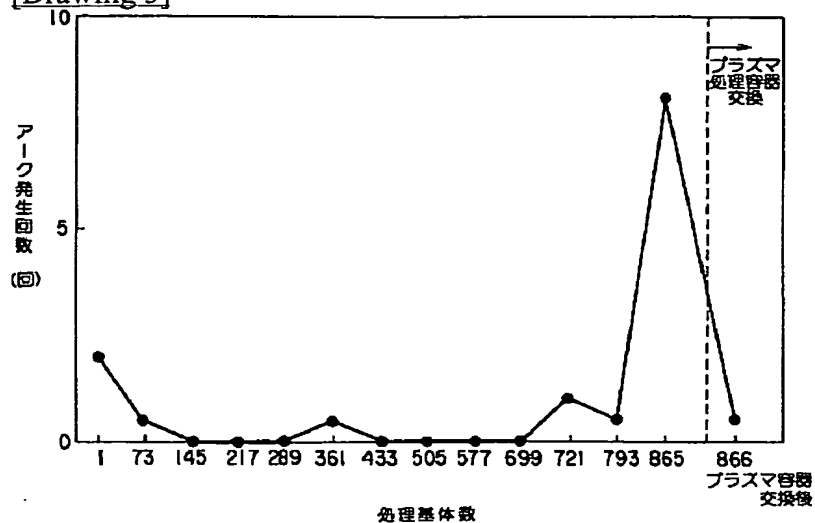


(a)



(b)

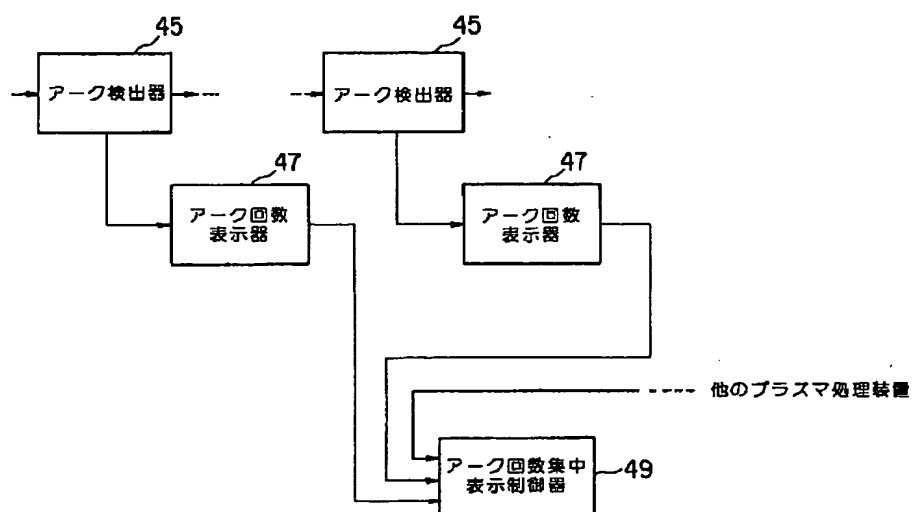
[Drawing 3]



[Drawing 4]

第1のプラズマ処理装置

第2のプラズマ処理装置



[Translation done.]